

Ernest Gielata

Wydziałowe Laboratorium Miernictwa
i Automatyki Procesów Energetycznych

Jerzy Rokita

Katedra Maszyn Hydraulicznych
i Powietrznych

BADANIA OPORÓW HYDRAULICZNYCH KOSZA SSAWNEGO Z ZAWOREM STOPOWYM

Jednym z podstawowych elementów przewodu ssawnego w układzie pompowym jest kosz ssawny. W przypadku układów pompowych, w których zainstalowana pompa nie ma własności samozasysania, kosz ssawny wyposażony jest w zawór stopowy, który umożliwia przepływ cieczy tylko w jednym kierunku (do pompy). Stwarza to możliwość wypełnienia przewodu ssawnego i wnętrza pompy cieczą, a zatem i uruchomienie pompy.

Kosz ssawny jako element przewodu ssawnego wywiera duży wpływ na pracę układu pompowego. Podobnie jak i w każdym elemencie hydraulicznym, w trakcie przepływu cieczy występują w koszu ssawnym straty hydrauliczne. Jeżeli układ pompowy pracuje ze ssaniem, to wielkość tych strat wywiera duży wpływ na pracę układu (możliwość przekroczenia dopuszczalnej wysokości ssania, zjawisko kawitacji).

Wielkość strat hydraulicznych występujących w koszu ssawnym zależy od:

- konstrukcji kosza,
- konstrukcji zaworu stopowego,
- wielkości kosza.

Wymienione czynniki mają bezpośredni wpływ na wielkość ξ_{ks} współczynnika strat kosza ssawnego. Zakładając, że współczynnik strat nie zależy od wydajności układu (natężenia przepływu) wysokość strat hydraulicznych w koszu ssawnym w zależności od prędkości przepływu może zostać opisana wzorem:

$$\Delta h_{ks} = \xi_{ks} \frac{c_s^2}{2g} \quad (1)$$

gdzie:

- Δh_{ks} m - wysokość strat hydraulicznych,
 c_s m/s - prędkość przepływu cieczy odniesiona do przekroju króćca kosza ssawnego,
 g m/s² - przyspieszenie siły ciężkości.

Istniejąca literatura [1-5] podaje szereg wytycznych konstrukcyjnych, dotyczących budowy kosza ssawnego, natomiast brak jest informacji dotyczących wartości współczynnika strat kosza ssawnego, poza stwierdzeniem, że współczynnik strat zawarty jest w granicach od 4 do 8, w zależności od wielkości kosza i różnie w miarę zmniejszania się wielkości kosza.

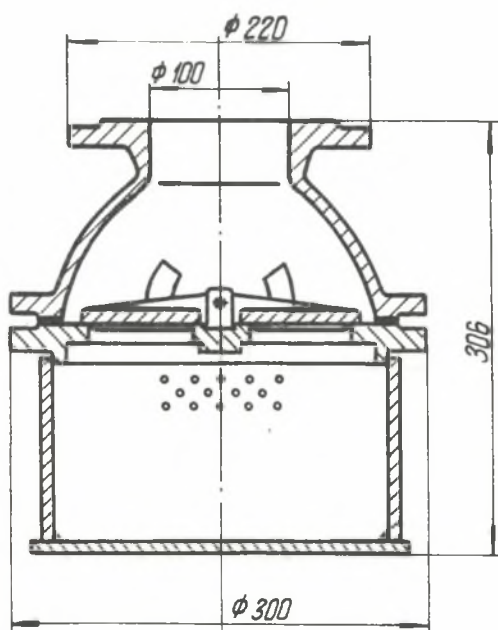
W trakcie eksploatacji otwory kosza ssawnego ulegają częściowemu zatykaniu. Powoduje to wzrost wartości współczynnika strat kosza. Jednakże również i w tym przypadku brak jest danych pozwalających na ocenę tego wpływu.

Zakładanie proporcjonalności między współczynnikiem strat kosza, a liczbą zatkanych otworów nie jest słuszne, ze względu na rozdział strat w koszu na straty w otworach dopływowych i straty w zaworze stopowym.

W celu eksperymentalnego zbadania wpływu zatykania się otworów kosza ssawnego na współczynnik strat, przeprowadzono pomiary strat hydraulicznych wybranego kosza. Do badań wytypowa-



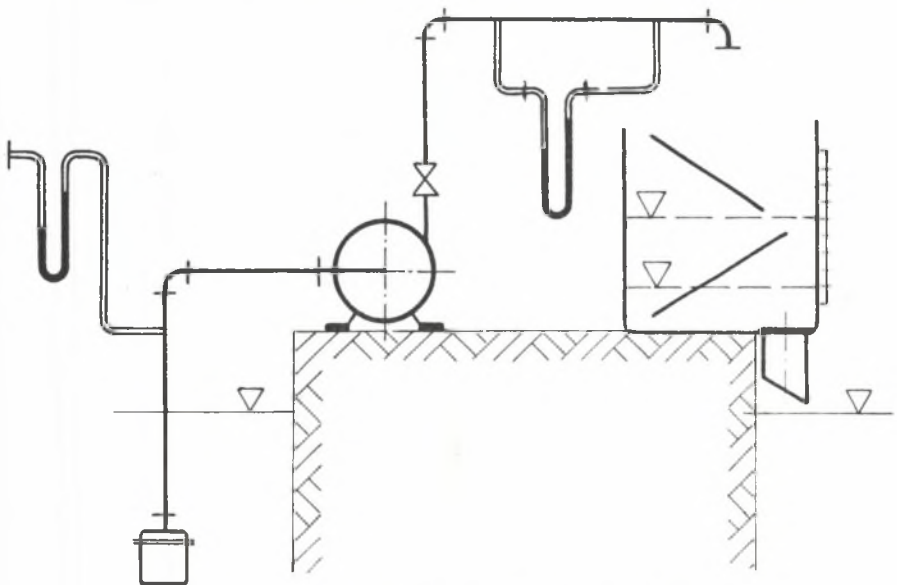
Rys. 1. Widok badanego kosza ssawnego



Rys. 2. Przekrój badanego kosza ssawnego

no kosz ssawny z zaworem stopowym, seryjnie produkowany przez Bielską Fabrykę Armatury w Bielsku-Białej (nr katalogowy 935) [6]. Badany kosz (rys. 1 i 2) o średnicy nominalnej (odniesionej do króćca kosza) $d = 100$ mm, posiada zawór stopowy uchylny, podwójny. Na poboczniczy kosza znajduje się sześć poziomych szeregów otworów dopływowych o średnicy $d_o = 10$ mm, po 38 otworów w szeregu. Środki otworów w sąsiadujących szeregach były przestawione względem siebie o pół podziałki. Pobocznicza kosza wykonana jest z blachy stalowej, a otwory wykonano techniką tłoczenia.

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys.3. Kosz ssawny zamontowany na przewodzie ssawnym pompy (o równej średnicy nominalnej przewodu) umieszczono w zbiorniku dolnym o dużych rozmiarach, zgodnie z wymogami dotyczącymi instalacji kosza w stosunku do ścian zbiornika [1-4]. Natężenie przepływu mierzono metodą objętościową, podciśnienie w rurociągu ssawnym



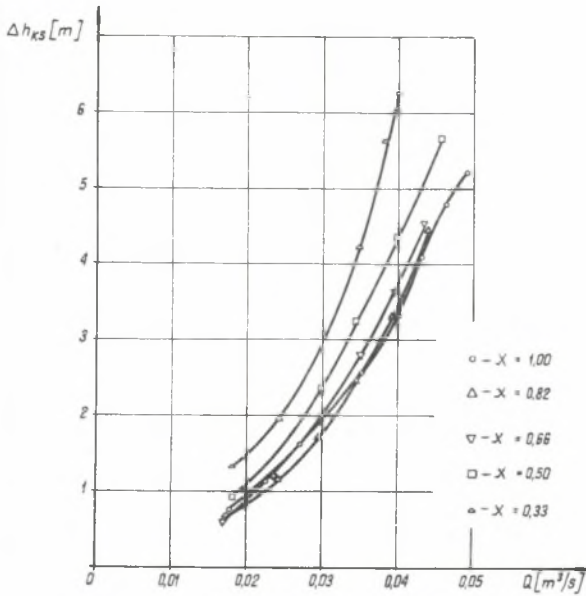
Rys. 3. Schemat stanowiska pomiarowego

mierzone przy użyciu rtęciowego manometru różnicowego. Straty hydrauliczne w koszu obliczono, odejmując od zmierzonego spadku ciśnienia straty przepływu w części przewodu ssawnego od kosza do punktu pomiaru ciśnienia i wysokość niwelacyjną punktu pomiaru ciśnienia oraz wysokość prędkości cieczy w przewodzie ssawnym. Straty przepływu w części przewodu ssawnego mierzone na wybranym odcinku przewodu tłocznego o równej średnicy i długości. Zatykanie otworów w koszu ssawnym realizowano za pomocą przesłaniania ich paskiem blachy (z uszczelką gumową) odpowiedniej szerokości tak, aby nie zakłócać warunków przepływu w pozostałych otworach.

Badania przeprowadzono zgodnie z założonym programem badań. Początkowo zmierzono straty hydrauliczne w koszu ssawnym w zależności od natężenia przepływu przy czynnych wszystkich otworach przepływowych. Następnie podobny pomiar przeprowadzono przy przesłonięciu kolejno jednego, dwóch, trzech, czterech szeregów poziomych otworów (licząc od dna kosza). Tak przyjęty model zjawiska zatykania się otworów kosza ma wyraźne uzasadnienie praktyczne; prawdopodobieństwo zatykania się otworów bliskich dna kosza jest większe, ze względu na gromadzenie się zanieczyszczeń na dnie zbiornika. Proces ten jest zwłaszcza typowy dla koszy instalowanych blisko dna zbiornika. Badania przeprowadzono przy użyciu wody czystej, o temperaturze $t = 16^{\circ}\text{C}$.

Bezpośrednie wyniki pomiarów strat hydraulicznych w koszu ssawnym, przedstawiono w postaci krzywych $\Delta h_{ks} = f(Q)$ (rys.4) dla poszczególnych stanów przesłonięć otworów dopływowych.

Z rys. 4 wynika, że straty przepływu cieczy w koszu ssawnym szybko wzrastają w miarę zwiększania się natężenia przepływu $- Q$. Równocześnie zatykanie otworów powoduje zwiększenie się strat przepływu.



Rys. 4. Zależność wysokości strat hydraulicznych w koszu ssawnym od natężenia przepływu

W celu bliższego przeanalizowania wpływu zatykania się otworów na straty hydrauliczne kosza, wprowadzone pojęcie stopnia przelotowości kosza - x , określonego jako:

$$x = \frac{\sum f'_0}{\sum f_0} \quad (2)$$

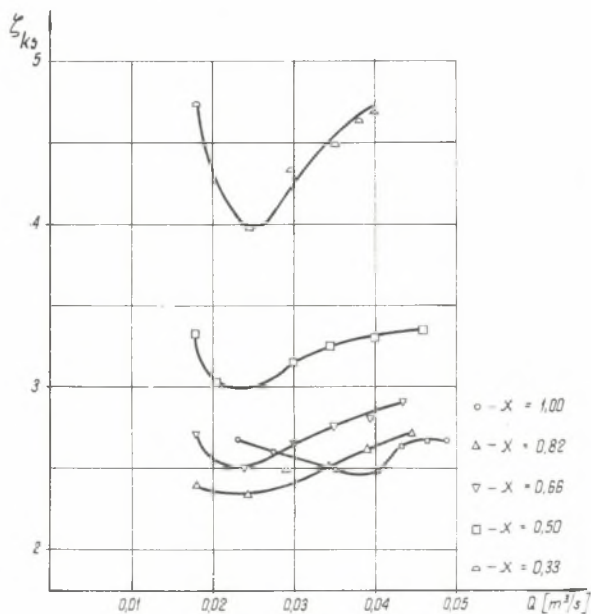
gdzie:

$\sum f'_0$ - suma powierzchni czynnej otworów dopływowych w trakcie eksploatacji,

$\sum f_0$ - suma powierzchni otworów dopływowych.

Ze względu na zatykanie się niektórych otworów dopływowych w trakcie eksploatacji kosza, zwykle $\sum f'_0 < \sum f_0$.

Na rys. 5 podano zależności $\xi_{ks} = f(Q)$ obliczone dla poszczególnych wartości stopnia przelotowości kosza. W badanym zakresie ($x = 0,33-1,0$) stwierdzono wyraźny wzrost współczynnika

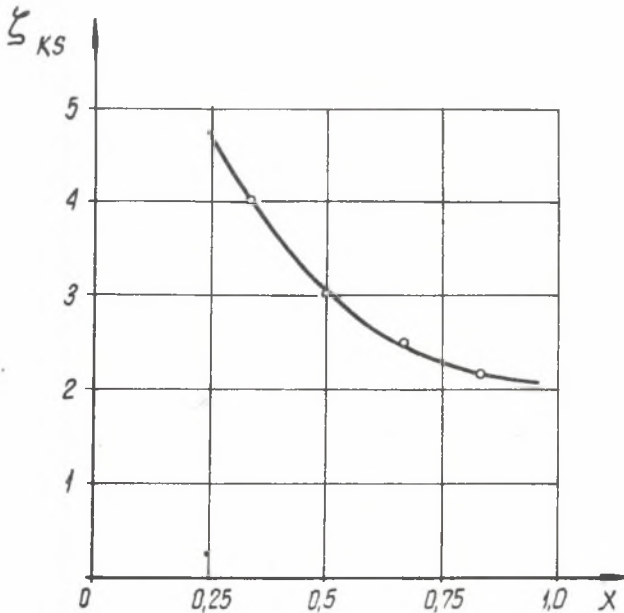


Rys. 5. Zależność współczynnika strat hydraulicznych od natężenia przepływu

ka strat kosza w miarę zmniejszania się wartości stopnia przelotowości kosza. Jedynym wyjątkiem jest zależność współczynnika strat przy pełnej przelotowości kosza. Różnicę w jej przebiegu można uzasadnić zaburzeniami w przepływie cieczy, spowodowanymi przez otwory dopływowe, umieszczone bezpośrednio przy dnie kosza. Równocześnie analiza krzywych $\xi_{ks} = f(Q)$ prowadzi do wniosku, że współczynnik strat kosza ssawnego (przy określonym stopniu przelotowości kosza) nie jest wielkością stałą,

lecz zmienia się wraz z natężeniem przepływu cieczy przez kosz. W badanym zakresie natężeń przepływu występuje wyraźne minimum wartości współczynników strat przy natężeniu przepływu około $0,025 \text{ m}^3/\text{s}$. Jedynie w przypadku pełnej przelotowości kosza minimum wartości współczynnika strat przesunięte jest w stronę większych natężeń przepływu. Występowanie minimum strat spowodowane jest dużymi stratami hydraulicznymi związanymi z niepełnym otwarciem kłapy zaworu stopowego przy małych natężeniach przepływu oraz wzrostem strat powodowanych zaburzeniami przepływu w miarę wzrostu natężenia przepływu.

Wykorzystując fakt, że zależności $\xi_{ks} = f(Q)$ mają zbliżony do siebie charakter oraz że minimum wartości współczynnika strat występuje w przybliżeniu przy tym samym natężeniu przepływu przez kosz, na rys.6 przedstawiono zależność $\xi_{ks} =$



Rys. 6. Zależność współczynnika strat hydraulicznych (przy optymalnym natężeniu przepływu) od stopnia przelotowości kosza

= $f(x)$ dla tejże wielkości natężenia przepływu. Można stwierdzić, że zależność ta ma charakter nieliniowy, a współczynnik strat wzrasta coraz szybciej w miarę zmniejszania się liczby czynnych otworów kosza.

Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- otwory dopływowe na poboczniczy kosza nie powinny być wykonywane bezpośrednio przy jego dnie,
- współczynnik strat hydraulicznych badanego kosza osiąga znacznie niższe wartości, niż wynika to z istniejących danych w literaturze,
- współczynnik strat hydraulicznych badanego kosza osiąga minimalną wartość przy określonym natężeniu przepływu,
- zatykanie się otworów dopływowych kosza wywiera wyraźny wpływ na wzrost współczynnika strat dopiero przy większych liczbach zatkanych otworów,
- celowe jest badanie wszystkich seryjnie produkowanych koszy ssawnych w celu ustalenia faktycznej wartości ich współczynników strat.

LITERATURA

- [1] JANKOWSKI F., ŁAZARKIEWICZ Sz., TROSKOLAŃSKI A.T.: Pompy w technice sanitarnej, Arkady, 1960.
- [2] JANKOWSKI F.: Pompowanie i urządzenia hydroforowe, Arkady, 1966.
- [3] ŁYSOW K.I., GRIGORJEW K.T.: Nasosy i nasosnyje ustanowki Moskwa, 1965.
- [4] TURK W.I.: Nasosy i nasosnyje stancji, Moskwa, 1961.

- [5] Pompy - Katalog F-4, Warszawa, 1961, Wydawnictwo Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego.
- [6] Katalog Armatury Przemysłowej AP-5, Warszawa, 1960.

S t r e s z c z e n i e

Przeprowadzono badania współczynnika strat hydraulicznych wytypowanego kosza ssawnego przy różnych liczbach zatkaných otworów dopływowych. Opisano stanowisko pomiarowe i metodę prowadzenia badań. Zamieszczono uzyskane wyniki oraz przeprowadzono ich analizę. Podano wnioski wynikające z uzyskanych rezultatów.

ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВСАСЫВАЮЩЕГО КОВША СО СТОПОРОВЫМ КЛАПАНОМ

Р е з ю м е

Проведены исследования коэффициента гидравлических потерь предназначенного всасывающего ковша с разным количеством закрытых впускных отверстий. Описан измерительный пост и метод проведения исследований. Показаны полученные результаты, а также проведён их анализ. Поданы предложения, вытекающие из полученных результатов.

INVESTIGATIONS CONCERNING THE HYDRAULIC DRAGS
OF A SUCKING BASKET WITH A STOP VALVE

S u m m a r y

Investigations were carried out concerning the coefficient of hydraulic losses of a selected sucking basket, the number of stopped inlet holes being changed each time. Both the re-search stand and the investigation method have been described. The obtained results are provided and analysed. And there are given, too, conclusions, resulting from the obtained data.